

КЛАСИФІКАЦІЙНА ОЗНАКА У СИГНАЛІ ГЕОРАДАРА, ЩО ДОЗВОЛЯЄ РОЗРІЗНЯТИ КОНКРЕТНИЙ ТИП МЕТАЛУ

Абрамович А. О., аспірант

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Методом аналізу сигналів, автору вдалось виявити ознаку у сигналі, за якою можна класифікувати тип металу. Достовірність того, що ознака не є помилкою при вимірюваннях підтверджують публікації у патентах та науковій літературі [1-3].

Аналіз сигналу здійснювався у часовій та частотній областях. Зондуєчий сигнал описується дійсною функцією $s(t)$, а гармонічний склад сигналу в частотній області описується перетворенням Фур'є

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-2\pi ift} dt.$$

Спектр прийнятого сигналу $S^*(f)$ в частотній області відповідає виразу $S^*(f) = R(f)S(f)$. Запишемо прийнятий сигнал у часовій області:

$$S^*(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\left(\sum_{j=1}^{\infty} r_{j,j+1} e^{2ik \int_0^z n(\tau, f) d\tau} \right) \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-2\pi ift} dt \right] e^{2\pi ift} df \quad (1)$$

Запишемо напругу $\overline{U}_{ВД}$, яка вноситься досліджуваною неоднорідністю у приймальну антену радара.

$$\overline{U}_{ВД} = j\omega \mu_0 \pi N_D N_3 R_D \overline{I} \int_0^{\infty} \phi_1(x, \beta) J_1(x R_{3*}) J_1(x) e^{-x h_*} dx \quad [4] \quad (2)$$

У формулі (2) замінимо струм у витку як напругу прийнятого сигналу на активному навантаженні, $\overline{I} = S^*/R$.

$$\overline{U}_{ВД} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \left[\left(\sum_{j=1}^{\infty} r_{j,j+1} e^{2ik \int_0^z n(\tau, f) d\tau} \right) \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-2\pi ift} dt \right] e^{2\pi ift} df}{R} \quad (3)$$
$$j\omega \mu_0 \pi N_D N_3 R_D \int_0^{\infty} \phi_1(x, \beta) J_1(x R_{3*}) J_1(x) e^{-x h_*} dx$$

Таким чином напруга, що приходить у приймальну антену від об'єкта контролю, залежить від провідності металу [5-6].

Прийнятий сигнал георадара по формі схожий на сигнал із лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ), тільки в низькочастотному діапазоні, тобто це сигнал із лінійною низькочастотною модуляцією (ЛНЧМ).

На рис. 1 – рис. 2 зображені осцилограми, на яких позначена класифікаційна ознака для кожного із досліджуваних металів (алюміній, мідь): різні кути зрізу синусоїди та різні спектри.



Рисунок 1. Прийнятий сигнал від алюмінієвого зразка. Кут зрізу $A=81,3$ градуса.

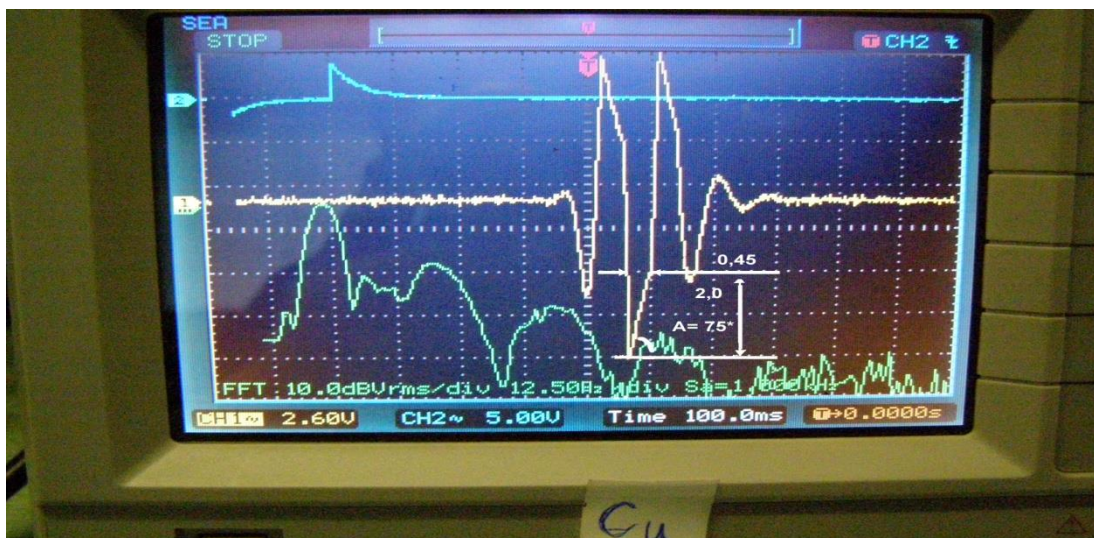


Рисунок 2. Прийнятий сигнал від мідного зразка. Кут зрізу $A=75$ градусів.

Таким чином, провівши аналіз сигналу георадара в частотній та часовій областях вдалось підтвердити достовірність ознаки, що була описана у формулі (3) [5–6].

Дана ознака дозволяє класифікувати тип металу, що є актуальним для промисловості при створенні приладів для пошуку конкретного типу мета-

лу, які використовуються у археології, при геофізичних розвідках, міліцією при пошуку захованого нікеля та міді.

Висловлюю вдячність доц.у кафедри радіотехнічних пристроїв та систем НТУУ "КПІ" радіотехнічного факультету, к.т.н. Мрачковському О. Д. за наукове керівництво моєї бакалаврської, магістерської робіт та за сприяння у розвитку даної тематики.

Перелік посилань

1. Патент США, № 5,148,151. Дата патентування: Sep. 15, 1992.
2. Патент США, № 4,486,713. Дата патентування: Dec. 4, 1984.
3. Jol M. H. Ground Penetrating Radar Theory and Applications / H. M. Joy. — Oxford GB.: Elsevier B.V., 2009. — 574с. — ISBN: 978-0-444-53348-7.
4. Неразрушающий контроль: в 5 т. Т. 3. Электромагнитный контроль: Практик. пособие / Под ред. В. В. Сухорукова — М.: Высш. шк., 1992. — 312с.
5. Вибрані аспекти математичної обробки сигналів георадарів / А. О. Абрамович: матеріали міжнар. наук.-техн. конф. ["Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи"], (Київ, 11-15 березня 2013 р.) / М-во освіти і науки, НТУУ "КПІ"; редкол.: О.І. Рибін [та ін.]. — Київ, НТУУ "КПІ", 2013. 234 с.
6. Радіолокаційно-вихрострумний метод обробки сигналів георадарів / А. О. Абрамович: матеріали наук.-техн. конф. ["Фізика, електроніка, електротехніка"], (Суми, 22-27 квіт. 2013 р.) / М-во освіти і науки, Сумський державний університет; редкол.: С.І. Проценко [та ін.]. — Суми, Сумський державний університет, 2013. 191 с.

Анотація

Методом аналізу сигналів, автору вдалось виявити ознаку у сигналі, за якою можна класифікувати тип металу.

Ключові слова: георадар, лінійна низькочастотна модуляція, класифікація, метал.

Аннотация

Методом анализа сигналов, автору удалось выявить зависимость в сигнале, по которой можно классифицировать тип металла.

Ключевые слова: георадар, линейная низкочастотная модуляция, классификация, метал.

Abstract

The method of signal analysis, the author could detect signs of the signals, which can be classified by the type of metal.

Keywords: ground penetrating radar, linear low-frequency modulation, classification, metal.